

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 35 687 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 24 B 19/12
B 24 B 41/04

②1 Aktenzeichen: 196 35 687.3
②2 Anmeldetag: 3. 9. 96
④3 Offenlegungstag: 5. 3. 98

DE 196 35 687 A 1

⑦1 Anmelder:
Schaudt Maschinenbau GmbH, 70329 Stuttgart, DE

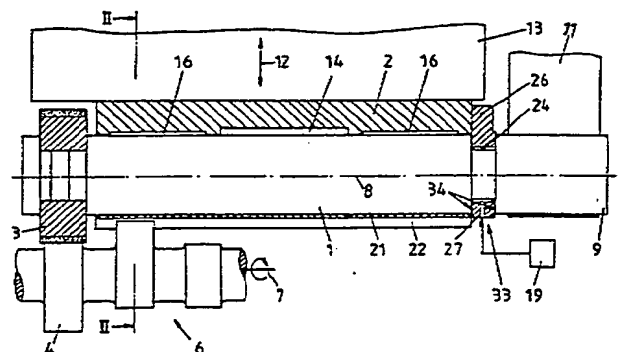
⑦2 Erfinder:
Reichel, Frank, Dr., 71229 Leonberg, DE; Brill,
Jürgen, 70619 Stuttgart, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 37 924 C1
DE 39 11 769 C1
DE 39 04 686 C1
DE 41 15 564 A1

⑤4 Schleifspindellagerung einer Nockenwellenschleifmaschine

⑤7 Es wird eine Lagerung einer Schleifspindel einer Nockenwellenschleifmaschine zum Schleifen von Nocken mit konkav gekrümmten Flanken beschrieben. Die Schleifspindel (1) ist achsparallel zu einer bearbeitungsgerecht eingespannten Nockenwelle (6) in einem Spindelgehäuse (2) hydrostatisch gelagert. Die Lagertaschen (16) der hydrostatischen Spindellagerung sind unmittelbar radial in das Spindelgehäuse (2) eingearbeitet. Die Spindellagerung im Spindelgehäuse (2) erfolgt asymmetrisch radial zur Werkstückachse (7) hin versetzt. Durch diese Spindellagerung ist es möglich, Schleifscheiben kleinen Durchmessers für die Bearbeitung von Nocken (4) mit konkaven Flankenflächen einzusetzen.



DE 196 35 687 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 98 702 070/543

7/23

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Lagerung einer Schleifspindel einer Nockenwellenschleifmaschine zum Schleifen von Nocken mit konkav gekrümmten Flanken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die moderne Technik der Verbrennungsmotoren für Kraftfahrzeuge verlangt für die Ventilsteuerung zunehmend Nockenwellen, deren Nocken konkav gekrümmte, sogenannte "hohle" oder "einfallende" Flanken zwischen dem Grundkreisabschnitt und der Nockenspitze aufweisen. Dabei gehen die Forderungen je nach den Motorspezifikationen bis zu sehr kleinen Krümmungsradien herunter. Das Fertigschleifen derartiger Nockenwellen ist nur mit Schleifwerkzeugen mit entsprechend kleinem Durchmesser möglich. Wegen der räumlichen Gegebenheiten auf einer Nockenwellenschleifmaschine und wegen der im Hinblick auf die Spindelsteifigkeit notwendigen Schleifspindelbaumaße sind einer Verkleinerung des Schleifscheibendurchmessers in herkömmlichen Nockenwellenschleifmaschinen enge Grenzen gesetzt, wenn der Forderung nach höchster Steifigkeit der Schleifspindel Rechnung getragen werden muß. Um dennoch konkave Krümmungen mit kleinen Radien an den Flanken der Nocken erzeugen zu können, ist vorgeschlagen worden, als Werkzeug ein Schleifband einzusetzen, das über einen Andruckschuh mit entsprechend kleinem Radius bewegt wird (DE 40 29 129 C2). Allerdings kommen Schleifbänder bei der Nockenbearbeitung hinsichtlich Bearbeitungsqualität und Standzeit an die Leistungen von Schleifscheiben nicht heran.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Spindellagerung anzugeben, die die Verwendung kleiner Schleifscheiben für das Schleifen hohler Nocken an Nockenwellen erlaubt.

Bei einer Schleifspindellagerung der eingangs erwähnten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ergibt sich mit dem im Anspruch 2 angegebenen Merkmal. Dieses ist von besonderer Bedeutung, weil es einen sehr schlanken Aufbau der Schleifspindellagerung erlaubt.

Fortführungen und weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Kennzeichen der Unteransprüche angegeben.

Die Maßnahmen des Anspruchs 3 lassen den Verzicht auf besondere Abdichtungen im Bereich der Spindellagerung zu, was ebenfalls der Verkleinerung ihres Baumaßes zugute kommt, ohne die Steifigkeit der Schleifspindel zu beeinträchtigen. Besonders kleine Schleifscheiben können eingesetzt werden, wenn die Schleifspindel gemäß Anspruch 4 asymmetrisch zur Werkstückachse hin versetzt im Spindelgehäuse angeordnet ist. Die Wanddicke des Spindelgehäuses wird zum Kollisionsbereich des Werkstücks hin auf diese Weise äußerst dünn, wodurch sich ein besonders kleiner Mindestabstand zwischen der Schleifspindelachse und der Werkstückachse ergibt. Diese Ausführung der Erfindung ist für das Schleifen von hohlen Nockenflanken mit sehr kleinen Radien besonders vorteilhaft. Eine noch weitere Annäherung der Schleifspindelachse an die Werkstückachse wird mit der Ausgestaltung gemäß Anspruch 5 ermöglicht. Auch die Merkmale des Anspruchs 6 dienen insbesondere diesem Zweck. Die Ausgestaltungen der Erfindung gemäß den Ansprüchen 7 bis 10 betreffen die Axiallagerung der Schleifspindel, die ebenfalls als hydrostatisches oder hydrodynamisches

Lager ausgeführt sein kann oder aber ein Wälzlager aufweist. Die Anordnung der Axiallagerung im Bereich des antriebsseitigen Endes der Schleifspindel verhindert eine Schwächung der Biegesteifigkeit der Spindel auf der Seite der Schleifscheibe.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß sie den Einsatz sehr kleiner Schleifscheiben zum Schleifen von hohlen Nockenflanken mit kleinen Krümmungsradien auf im übrigen herkömmlichen Nockenwellenschleifmaschinen erlaubt. Die Schleifspindel gemäß der Erfindung kann zusätzlich am Schleifkopf einer solchen herkömmlichen Nockenwellenschleifmaschine angeordnet sein. Die gemäß der Erfindung vorgeschlagene Schleifspindellagerung zeichnet sich durch ein sehr kleines radiales Baumaß auf, so daß die Schleifspindelachse bei der vorgeschlagenen asymmetrischen Anordnung im Spindelgehäuse sehr dicht zur Achse des eingespannten Werkzeuges liegen kann. Dabei ist eine hohe Steifigkeit der Schleifspindel gegeben, was hohe Präzision der Werkstückbearbeitung gewährleistet. Die Standzeitnachteile eines Schleifbandes weist diese Vorrichtung nicht auf. Außerdem ist der konstruktive Aufwand für die Schleifspindellagerung gemäß der Erfindung gering, da auf Bauteile wie Lagerbuchsen verzichtet wird und besondere Abdichtungen für das Druckmittel der hydrostatischen oder hydrodynamischen Lagerung nicht erforderlich sind. Insgesamt bietet die Erfindung also eine neue Möglichkeit, Nockenflanken mit konkav verlaufenden Krümmungen kleiner Radien zu schleifen und gewährleistet wegen des für diesen Zweck erstmals ermöglichten Einsatzes von kleinen Schleifscheiben zudem die präzise Werkstückbearbeitung bei hohen Werkzeugstandzeiten.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht einer Spindellagerung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1 und

Fig. 3 eine Variante der Spindellagerung gemäß der Erfindung in einer Ausschnitt der Fig. 1 entsprechenden Teilansicht.

Fig. 1 zeigt einen horizontalen Schnitt durch ein Spindelgehäuse, der die Schleifspindellagerung gemäß der Erfindung veranschaulicht. In Fig. 2 ist der Schnitt II-II der Fig. 1 dargestellt, wobei in beiden Figuren gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Mit 1 ist eine Schleifspindel bezeichnet, die in einem Spindelgehäuse 2 drehbar gelagert ist. Die Schleifspindel 1 trägt an einem Ende eine Schleifscheibe 3 mit einem kleinen Radius zum Schleifen von Nocken 4 einer Nockenwelle 6, die in üblicher Weise bearbeitungsgerecht auf einer weiter nicht dargestellten Nockenschleifmaschine eingespannt ist und in Pfeilrichtung um ihre Achse 7 gedreht wird. Die Nockenwellenachse 7 verläuft wenigstens angenähert parallel zur Schleifspindelachse 8.

An dem der Schleifscheibe 3 abgewandten Ende der Schleifspindel 1 ist eine Riemenscheibe 9 befestigt über die ein die Schleifspindel antreibender Riemen 11 geführt ist. Der Antriebsmotor ist nicht dargestellt. Das Spindelgehäuse 2 ist an einem in Pfeilrichtung 12 radial zur Nockenwellenachse 7 verfahrbarem Schleifkopf 13 angebracht.

Die Schleifspindel 1 ist im Spindelgehäuse 2 in einer im wesentlichen zylindrischen Schleifspindelaufnahme 14 gelagert. In die Umfangsfläche der Spindelaufnahme 14 sind radiale Lagertaschen 16 eingearbeitet, die über

Druckmitteleinlässe 17 und Anschlußleitungen 18 mit einer Druckmittelquelle 19 verbunden sind (siehe Fig. 2). Als Druckmittelquelle 19 kommt in vorteilhafter Weise das Kühl-Schmiermittel-System der Maschine in Frage, aus dem über eine nicht eigens gezeigte Pumpe das Druckmittel unter dem erforderlichen Druck in die Lagertaschen 16 der hydrostatischen Schleifspindellagerung gedrückt wird. Die an der Spindellagerung auftretenden Leckverluste des Druckmittels werden zusammen mit dem beim Schleifvorgang verwendeten Kühl-Schmiermittel aufgefangen und in das System zur Reinigung und Wiederverwendung zurückgeführt. Aus diesem Grunde kann auf aufwendige Maßnahmen für die Abdichtung der hydrostatischen Lagerung gegenüber dem Kühl-Schmiermittel-System verzichtet werden. Will man nicht das Kühl-Schmiermittel, sondern ein spezielles Druckmittel für die hydrostatische Lagerung verwenden, so stellt 19 ein separates Druckmittelsystem dar, das unabhängig vom Kühl-Schmiermittel-System der Maschine arbeitet. In diesem Fall sollten allerdings im Bereich der Spindellagerung Abdichtungsmaßnahmen vorgesehen sein, die verhindern, daß sich das Druckmittel und das Kühl-Schmiermittel vermischen.

Die Schleifspindelaufnahme 14 ist stark asymmetrisch im Spindelgehäuse 2 angeordnet. Auf diese Weise ist die Gehäusewand 21 im Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe, also in der die Schleifspindelachse 8 und die Werkstückachse 7 verbindende Ebene, sehr dünn. Die Lagertaschen 16 sind, wie es Fig. 2 zeigt zum Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe so versetzt, daß in diesem Bereich, also in der Verbindungsebene der Werkstückachse und der Schleifspindelachse, keine Lagertasche angeordnet ist. Darüber hinaus weist das Spindelgehäuse 2 in diesem Bereich eine achsparallele muldenförmige Einbuchtung 22 auf, deren Radius der Bewegungsbahn der Nocken-erhebung um die Werkstückachse 7 herum wenigstens gleich ist. Die asymmetrische Anordnung der Schleifspindel 1 im Spindelgehäuse 2, die versetzte Anordnung der Lagertaschen 16 zum Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe und die Einbuchtung 22 an der Frontseite des Spindelgehäuses gestatten eine sehr dichte Annäherung der Schleifspindelachse 8 an die Werkstückachse 7. Damit und mit der hydrostatischen Lagerung der Schleifspindel 1 mittels der unmittelbar radial in die Umfangsfläche der Spindelaufnahme 14 eingearbeiteten Lagertaschen 16 ist gewährleistet, daß auch Schleifscheiben 3 mit kleinem Durchmesser das Gehäuseprofil des Spindelgehäuses 2 weit genug überragen, um auch die konkaven Krümmungen 23 der Nocken 4 einer Nockenwelle 6 mit sehr kleinen Krümmungsradien wirtschaftlich und präzise schleifen zu können.

Anstelle der hydrostatischen Lagerung mit den Lagertaschen 16 kann auch eine hydrodynamische Spindellagerung vorgesehen sein, wobei aufwendige Maßnahmen für die Abdichtung der Lagerung gegenüber dem Kühl-Schmiermittel-System der Maschine überflüssig sind, wenn dafür ebenfalls das Kühl-Schmiermittel der Maschine als Druckmittel eingesetzt wird.

Während die radiale Lagerung der Schleifspindel 1 mittels des den Lagertaschen 16 zugeführten Druckmittels hydrostatisch erfolgt ist die Schleifspindel in axialer Richtung hydrodynamisch gelagert. Hierzu weist die Schleifspindel 1 eine Ringnut 24 mit radialen Flanken auf. In diese Ringnut 24 greift ein mit dem Spindelgehäuse 2 verbundener konzentrischer Lagerring 26 ein, der ebenfalls radiale Flanken aufweist. Durch einen den

Lagerring 26 durchquerenden Druckmitteleinlaß 27 wird aus einer Druckmittelquelle, die mit der Druckmittelquelle 19 der radialen hydrostatischen Lagerung der Schleifspindel übereinstimmen kann, ein Druckmittel für die zwischen den radialen Flankenflächen des Lagerrings 26 und der Ringnut 24 wirkende hydrodynamische Lagerung zugeführt. Diese axiale Lagerung der Schleifspindel ist am schleifscheibenfernen Ende der Schleifspindel angeordnet, um die Biegesteifigkeit der Spindel schleifscheibenseitig nicht zu schwächen.

Fig. 3 zeigt eine Variante der Axiallagerung der Schleifspindel, wobei gleiche Teile wieder mit denselben Bezugszeichen versehen sind wie in den Fig. 1 und 2 und nur bei besonderem Bedarf noch einmal erläutert bzw. erwähnt werden.

Im Falle dieser Varianten besteht die Axiallagerung der Schleifspindel 1 aus einem Wälzlager 28 das auf der der Schleifscheibe abgewandten Seite der Riemenscheibe 9 angeordnet ist. Dadurch wird die Schwächung, die sich durch die Lagernut 29 des Axiallagers zwangsläufig ergibt, unschädlich gemacht. Liegt das Axiallager nämlich, wie in Fig. 1 dargestellt, auf der anderen Seite der Riemenscheibe 9, so werden die in der Praxis häufig sehr hohen Riemenvorspannungen des Antriebsriemens 11 eine hohe Biegebelastung auf die Schleifspindel bringen, die zu Beeinträchtigungen des Schleifergebnisses führen können.

Vor dem Zutritt von Druckmittel aus dem hydrostatischen Lager ist der Spindelantrieb durch eine Labyrinthdichtung 31 geschützt. Die Riemenscheibe und das Axiallager 28 sind durch ein Gehäuse 32 abgedeckt.

In Fig. 1 ist die Druckmittelquelle für das hydrodynamische Axiallager 33 mit 19 bezeichnet. Dabei handelt es sich um das in Fig. 2 ebenfalls mit 19 bezeichnete Kühl-Schmiermittel-System der Maschine, an das dieses Axiallager zusammen mit dem Radiallager also den Lagertaschen 16, angeschlossen ist. In Fig. 2 ist das Axiallager 33 nur schematisch angedeutet.

Patentansprüche

1. Lagerung einer Schleifspindel einer Nockenwellenschleifmaschine zum Schleifen von Nocken mit konkav gekrümmten Flanken, wobei die Schleifspindel in einem Spindelgehäuse angeordnet ist, die Spindelachse und die Achse eines bearbeitungsgerecht eingespannten Werkstücks wenigstens annähernd parallel verlaufen und die Schleifspindel und das eingespannte Werkstück entsprechend der zu erzeugenden Nockenform relativ zueinander verfahrbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleifspindel (1) in dem Spindelgehäuse (2) hydrostatisch oder hydrodynamisch gelagert ist.
2. Schleifspindellagerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Spindelgehäuse (2) eine im wesentlichen zylindrische Spindelaufnahme (14) aufweist und daß unmittelbar in die Umfangsfläche der Spindelaufnahme (14) radiale Lagertaschen (16) für eine Druckmittelzuführung zum Spindellager eingearbeitet sind.
3. Schleifspindellagerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagertaschen (16) über Zuführleitungen (17, 18) an ein Kühl-Schmiermittel-System (19) der Schleifmaschine angeschlossen sind, daß als Druckmittel der hydrostatischen und/oder hydrodynamischen Lagerung das Kühl-Schmiermittel verwendet wird und daß aus der Spindelaufnahme (14) austretende Leckverluste

des Druckmittels im Kühl-Schmiermittel-System (19) der Maschine aufgefangen und zurückgeführt werden.

4. Schleifspindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindelaufnahme (14) im Spindelgehäuse (2) radial zur Werkstückachse (7) hin versetzt angeordnet ist, wobei die Gehäusewand (21) des Spindelgehäuses (2) im Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe (3) so dünn ausgeführt ist, daß die Nockenwelle (6) auch beim Einsatz einer Schleifscheibe (3) mit kleinem Durchmesser kollisionsfrei umläuft.

5. Schleifspindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand des Spindelgehäuses (2) im Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe (3) eine achsparallele Einbuchtung (22) aufweist.

6. Schleifspindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die radialen Lagertaschen (16) in der Umfangsfläche der Spindelaufnahme (14) in Umfangsrichtung beidseits zum Winkelbereich des Werkstückkontaktes der Schleifscheibe (3) versetzt angeordnet sind.

7. Schleifspindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Axiallagerung (28, 33) der Schleifspindel (1) vorgesehen ist und daß diese Axiallagerung als hydrostatisches, hydrodynamisches (33) oder Wälzlager (28) ausgebildet ist.

8. Schleifspindellagerung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifspindel (1) in ihrer Umfangsfläche eine konzentrische Ringnut (24) mit radialen Flankenflächen aufweist, daß in die Ringnut (24) ein stationärer Lagerring (26) mit im wesentlichen ebenfalls radialen Flankenflächen (34) eingreift und daß die Flankenflächen (34) des Lagerrings (26) und die Flankenflächen der Ringnut (24) als Tragflächen einer hydrodynamischen Axiallagerung zusammenwirken.

9. Schleifspindellagerung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Axiallagerung (33) im Bereich des antriebsseitigen Endes der Schleifspindel (1) angeordnet ist.

10. Schleifspindellagerung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des der Schleifscheibe (3) abgewandten Endes der Schleifspindel (1) eine Riemenscheibe (9) für einen Riemenantrieb (11) vorgesehen ist und daß das Axiallager (33) am Antriebsende der Schleifspindel (1) jenseits der Riemenscheibe (9) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

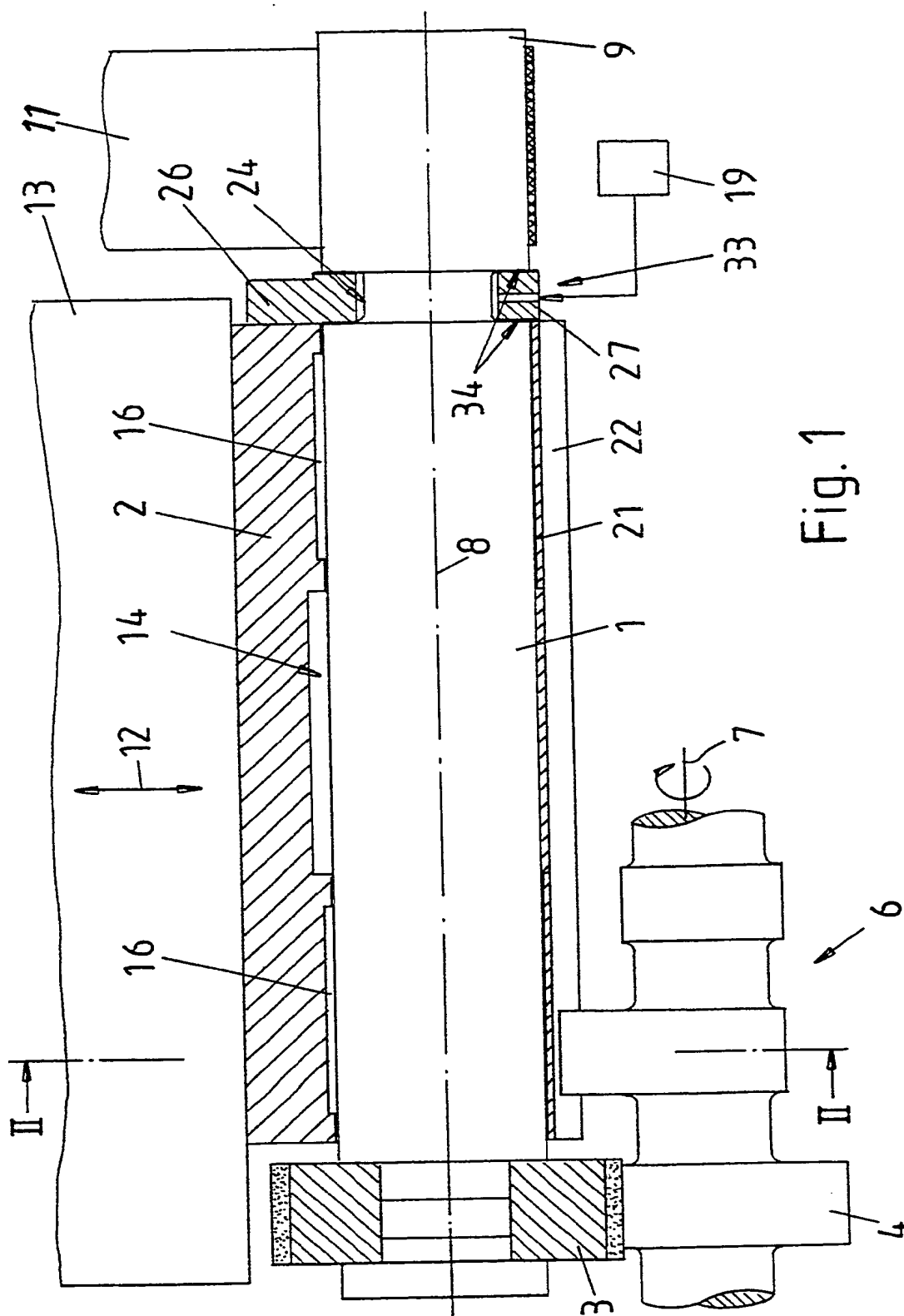


Fig. 1

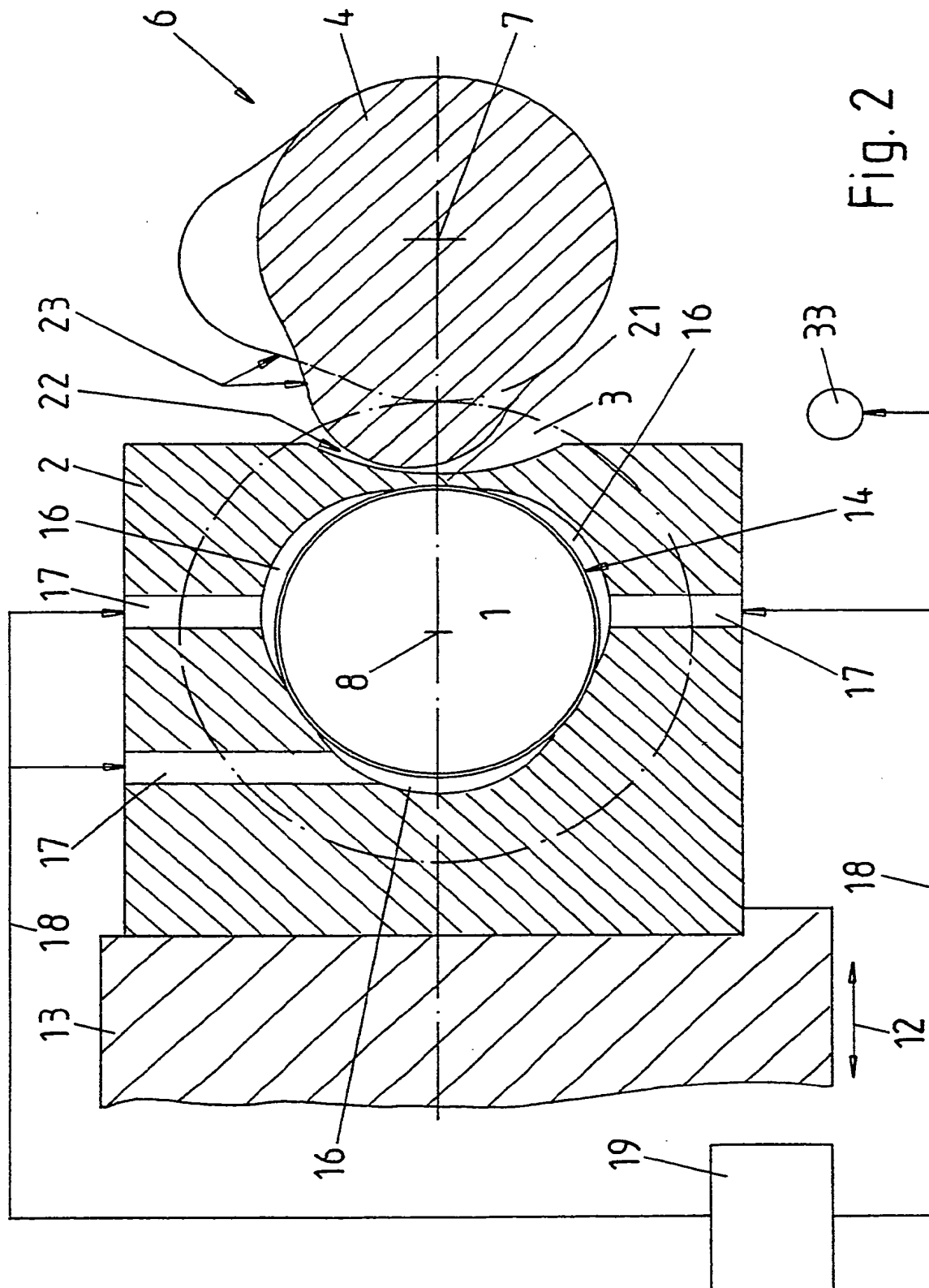


Fig. 2

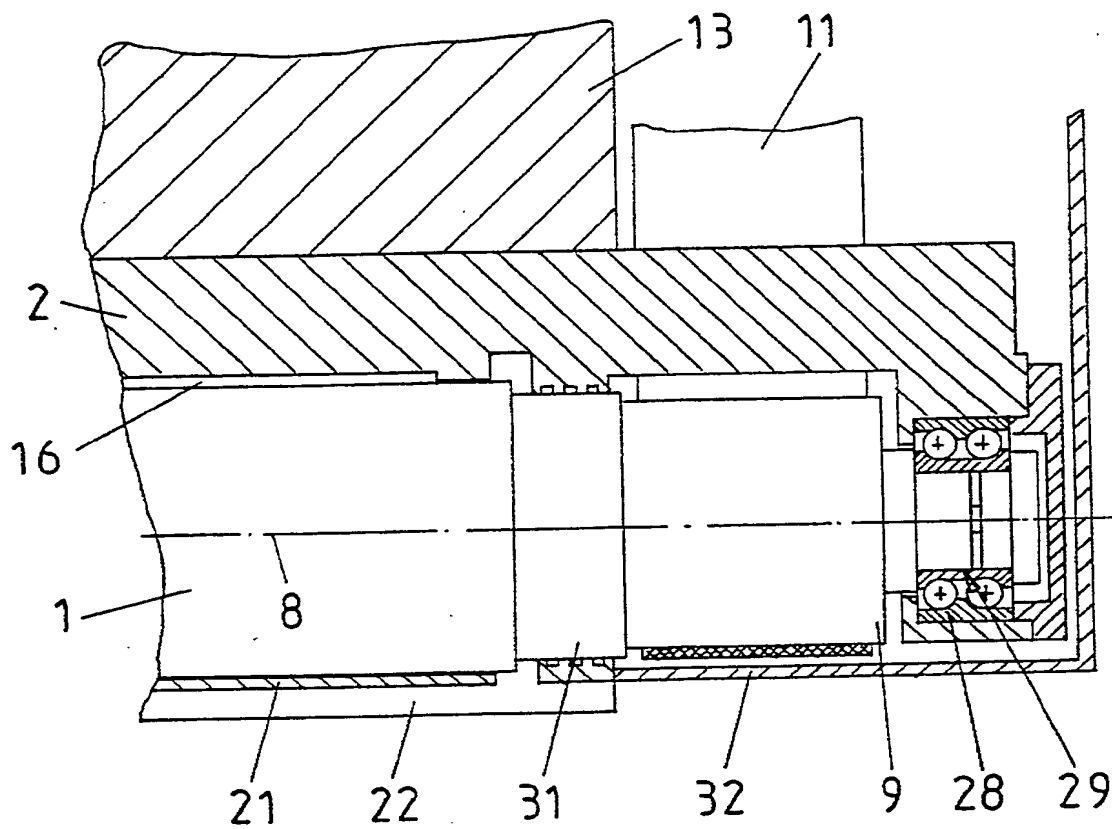


Fig. 3